

Grünlandextensivierung und Vegetationsentwicklung - Ergebnisse eines Freilandversuchs

(Extensive Meadows Management and Development of Vegetation -
Results of a Research)

von GOTTFRIED BRIEMLE, Aulendorf

(Auszugsweiser Nachdruck aus: Perspektiven im Naturschutz, Band 14)

Zusammenfassung: Die Grünlandvegetation entwickelte sich seit Einrichten des Versuches im Jahre 1987 zu stark grasbetonten Beständen. Der Krautanteil - hauptsächlich repräsentiert durch die sog. "Gülleflora" - ging bei der Extensivierung auf 1-3 Schnitte generell, bei der Kontrollvariante "Mähen + mineralische Entzugsdüngung" fast vollständig zurück. Bei den vielschnittigen Varianten des Ausmagerungsblockes "Mähen ohne Düngung" wurden die nitrophilen Kräuter gegen Magerkeitsanzeiger ausgetauscht. Die Maßnahme "Mulchen" liegt diesbezüglich dazwischen.

Summary: Since beginning of the research in 1987 meadows developed into associations with predominant grass species. The percentage of dicotyle species - especially represented by the so-called liquid manure flora - decreased generally by extensive management with 1-3 cuttings; on the control variants "mowing + withdrawing mineral fertilisation" dicotyle species decreased nearly completely. At variants with many cuttings on the lean growing areas "mowing without any fertilisation" nitrophile species had been exchanged for leanness indicators. The management with "mulching" (= permanent cuttings without removal) showed results between the others.

1. Einleitung und Wissensstand

Nach KORNECK & SUKOPP (1988) sind von den über 1000 im Grünland vorkommenden Pflanzenarten Deutschlands 300 Arten (34%) in ihrem Bestand mehr oder weniger gefährdet. Durch Extensivierungsmaßnahmen sollen die Ursachen des Artenrückganges, nämlich vor allem Entwässerungsmaßnahmen, Nutzungsintensivierung und Boden-Eutrophierung, durch Düngung auf geeigneten Standorten wieder rückgängig gemacht werden. Dies gilt insbesondere für Feucht- und Naßwiesen, potentielle Halbtrocken- und Borstgrasrasen, z.T. aber auch für Frischwiesen und -weiden.

Da über den Begriff "Grünlandextensivierung" teilweise unklare Vorstellungen herrschen, hier zunächst eine Definition:

Was heißt Extensivierung im Grünlandbereich?

- Verspäteter Schnitzeitpunkt des 1. Aufwuchses bzw. Verringerung der Nutzungshäufigkeit überhaupt und
- reduzierte oder ganz ausgesetzte Düngung, insbesondere von Stickstoff, oder
- Nutzungsaufgabe (Brachlegung, natürliche Sukzession in Richtung Wald).

Zwar ist das Thema "Grünlandextensivierung" in vorausschauender Weise bereits in den 70er Jahren diskutiert worden, doch ging es dabei eher um die Ansprüche der Weidetiere, um Grundsätze in der Qualitätsveränderung der Aufwüchse (vgl. z.B. VOIGTLÄNDER, 1975; RIEDER, 1975) oder aber um die Vegetationsentwicklung auf brachgefallenem Grünland (vgl. SCHREIBER, 1977). Letzgenannte Fragestellung wurde in den vergangenen 15 Jahren vor allem in Baden-Württemberg gründlich untersucht. Die wesentlichen Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Auswirkungen des Brachfallens auf den Pflanzenbestand:

- Die botanische Veränderung ist stark vom Standort abhängig. Auf frischen bis feuchten Böden vollziehen sich Veränderungen der Vegetation rascher als auf trockenen.
- Die Verbuschungstendenz ist auf Weiden höher als auf Wiesen. Grund: Die selek-

tive Freßweise des Weideviehs, wodurch sich Gehölzkeimlinge immer wieder etablieren können.

- Durch Brachlegen kommt es zu Verschiebungen bei den Lebens- und Wachstumsformen der Pflanzen:
 - Abnahme von niedrigwüchsigen, horstig wachsenden Gräsern und Kräutern.
 - Zunahme von hochwüchsigen, ausläufertreibenden Arten. Es kommt häufig zu einer Bestands-Entmischung und zur Dominanzbildung einiger weniger Arten.
- Häufige Zunahme des Kräuteranteils sowohl auf nährstoffreichen, produktiven, als auch auf feuchten bis nassen Böden.
- War die vorausgegangene Nutzung extensiv, kommt es zu einer Abnahme der Artenzahlen. Grund: Beschattungseffekt, Ansammlung von großen Streuaufgaben.

Im Gegensatz zur Bracheforschung liegen zur Frage der Vegetationsentwicklung bei der Extensivierung von Fettwiesen kaum Untersuchungsergebnisse vor. Deshalb wurde im Jahre 1987 auf dem Versuchsgelände der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft (LVVG) ein "Extensivierungsversuch" angelegt, der Antworten auf folgende Fragen zur Grünlandextensivierung liefern soll:

1. Wie wirkt sich das "Herunterfahren" der Nutzungshäufigkeit auf Pflanzenbestand, Narbendichte, Ertrag und Futterqualität aus? (Vorangegangene Nutzungsintensität: 4 Schnitte pro Jahr)
2. Wie schnell magert der Standort bei unterschiedlicher Entzugshöhe unter der Variante "Mähen mit Abräumen ohne Düngung" aus?
3. Kommt es unter "Mulchen ohne Düngung" zu einer Eutrophierung oder einer Aushagerung des Bodens an Nährstoffen?
4. Bis zu welcher Nutzungsintensität lassen sich die ökologischen Wertzahlen (ELLENBERG, 1979) zur allgemeinen Standortsbeurteilung zuverlässig heranzie-

hen? Wann dominiert die Schnittverträglichkeit vor dem Zeigerwert?

Zu ähnlichen Fragestellungen liegen aus dem Institut für Pflanzenbau der Universität Bonn erste Ergebnisse vor (KÜHLBAUCH, 1992). Ausgehend von einer 4mal genutzten Mähweide der Assoziation *Lolio-Cynosuretum* kam es dort bei einer Nutzungsverringering auf 2 Schnitte (bei N-Null, jedoch PK-Grunddüngung, 80/150 kg) zum Rückgang des dort herrschenden Deutschen Weidelgrases, aber auch der Quecke (*Agropyron repens*) und einer Zunahme von Lieschgras (*Phleum pratense*) und Löwenzahn (*Taraxacum officinale*). Eine spontane Artenzahl-Erhöhung oder das Aufkommen von standorttypischen Pflanzen konnte allerdings nicht beobachtet werden.

Nach Erfahrungen von BAKKER & OLF (1992) aus den Niederlanden können sich dagegen bei der Extensivierung von Feuchtgrünland in relativ kurzer Zeit Erfolge einstellen. Allein durch die Null-Düngung und die Verlegung des Schnittzeitpunktes auf Juli wurden auf einem sandigen Podsol und auf Moorboden nitrophile Arten durch Magerkeitszeiger abgelöst. Auf dem Moorstandort stieg sogar die Artenzahl während der Extensivierungsphase an. Die niederländischen Untersuchungen ergaben außerdem, daß der Samenvorrat der durch Extensivierung zu erwartenden Arten im Boden oft nicht mehr keimfähig vorhanden ist. In solchen Fällen sei aber eine Neu-Etablierung durch Ansaat möglich. Ein Wiedererscheinen früherer Arten aus einer Heidevegetation war aber erst durch Abführen oder Rasensode möglich.

EGLOFF (1985) wies in der Schweiz und KAPFER (1988) in Süddeutschland für Feuchtwiesen (Kohldistelwiesen, aufgedüngte Pfeifengraswiesen, Mädesüßbestände) nach, daß Erfolg und Tempo der Renaturierung in erster Linie von der Zusammensetzung des Ausgangsbestandes abhängen. Diese wiederum wird entscheidend von Intensität und Dauer der vorausgegangenen Nutzung bestimmt. Sind noch Arten des Zielbestandes vorhanden, verläuft die Extensivierung im Sinne einer Renaturierung schon binnen weniger Jahre erfolgreich. Ist dies aber nicht mehr der Fall, kann eine pflan-

zensoziologische Umstellung lange auf sich warten lassen, obwohl entsprechendes Samenpotential durchaus noch im Boden vorhanden sein mag.

Von dieser Seite sind die Voraussetzungen für eine Artenbereicherung eher günstig. Wie POSCHLOD et al. (1991) für Kalkmagerrasen der Schwäbischen Alb nachwies, ist wenigstens ein Viertel bis ein Drittel des dort vorkommenden Arteninventars nach Verbrachung oder Aufforstung noch Jahrzehnte danach als keimfähige Samen im Boden vorhanden.

2. Aulendorfer Versuchsanlage und Standortverhältnisse

Der Versuchsstandort Aulendorf liegt in 590 m Meereshöhe im baden-württembergischen Alpenvorland und dort im Naturraum Waldsee-Wilhelmsdorfer Jungmoränen-Hügelland. Die mittlere jährliche Niederschlagssumme beträgt 850 mm, das Jahresmittel der Lufttemperatur 7°C. Die Vegetationszeit dauert 210 - 217 Tage. Die Wärmestufe nach ELLENBERG (1979) ist 7, also mäßig kühl. Die Versuchsfläche ist leicht nach Südosten geneigt. Der Bodentyp ist eine relativ tief entkalkte, tiefgründige Pseudogley-Parabraunerde.

Der Versuch wurde als zweifaktorieller Versuch angelegt, wobei der eine Faktor die Behandlungsart, der zweite der Schnitzeitpunkt ist. Die Behandlungsarten (Maßnahmen) sind:

1. Mähen mit Abräumen ohne Düngung (=MoD)
2. Mulchen (ohne Düngung) (=MUL)
3. Mähen mit Abräumen + mineralischer Entzugsdüngung (=M+D)

Die letztgenannte Maßnahme wurde gewählt, um den Nährstoffspiegel des Bodens im Ausgangszustand zu konservieren, was vor allem wichtig für die geplante Überprüfung der ökologischen Wertzahlen nach ELLENBERG (1979) ist. Die Nutzungshäufigkeit reicht von 1-5 Schnitten. Die Schnitzeitpunkte sind auf dem Versuchsplan ver-

merkt (Abb.1). Für die 1-3schnittigen Varianten wurden die Nutzungstermine so gewählt, daß sie zum einen in etwa jenen des Extensivgrünlandes entsprechen, zum anderen keine Streu über Winter liegen bleibt. Letzteres ist wichtig, um zu verhindern, daß im Pflanzenbestand zusätzlich andere Konkurrenzbedingungen entstehen (unverrottete Streuschicht im Frühjahr verhindert die Austriebsmöglichkeit horstig wachsender Hemikryptophyten unter den Grünlandpflanzen).

Der Grünlandschlag, auf dem der Versuch eingerichtet wurde, wird seit etwa 10 Jahren im Durchschnitt 4mal jährlich ausschließlich als Wiese genutzt, wovon in der Regel der 1. und der letzte Aufwuchs siliert, der 2. und 3. geheut wird.

Die Düngung erfolgt überwiegend über Gülle und zwar Gaben von 2 x 30 cbm. Laut Nährstoffanalyse wurden dadurch jährlich ca. 200 kg N, 60 kg P₂O₅, 240 kg K₂O und 70 kg CaO ausgebracht. Der Versuch, wie auch die umliegende Grünlandfläche werden jährlich einmal vor Vegetationsbeginn (März) gewalzt.

2.1. Untersuchungsmethoden

Quantitative Vegetationsanalysen werden einmal jährlich kurz vor dem 1. Schnitt nach der Methode KLAPP&STÄHLIN (Schätzung der Massenprozent) durchgeführt. Zur Erfassung struktureller Veränderungen im Pflanzenbestand wird außerdem der Deckungsgrad von 4 verschiedenen Schichten nach BRIEMLE (1992) notiert.

Neben der regelmäßigen Ertragsermittlung werden Pflanzenproben jeder Parzelle auf Inhaltsstoffe untersucht. Die Proben wurden bei 60 Grad C getrocknet, um Untersuchungen zur Verdaulichkeit und Energiedichte nach dem Hohenheimer Futterwerttest (HFT) vornehmen zu können.

Die Makronährstoffe im Boden wurden an der Landesanstalt für Landwirtschaftliche Chemie in Stuttgart-Hohenheim nach der allgemein üblichen CAL-Methode analysiert. Die chemische Analyse der N-Gehalte (Norg) geschah nach der Methode

Aulendorfer Extensivierungs- und Wertzahlenversuch

Zweifaktorieller Versuch (zweifach wiederholt)

Lageplan M 1:200

Faktor 1: Behandlungsart (Nutzungsart)

Faktor 2: Schnittzeitpunkte

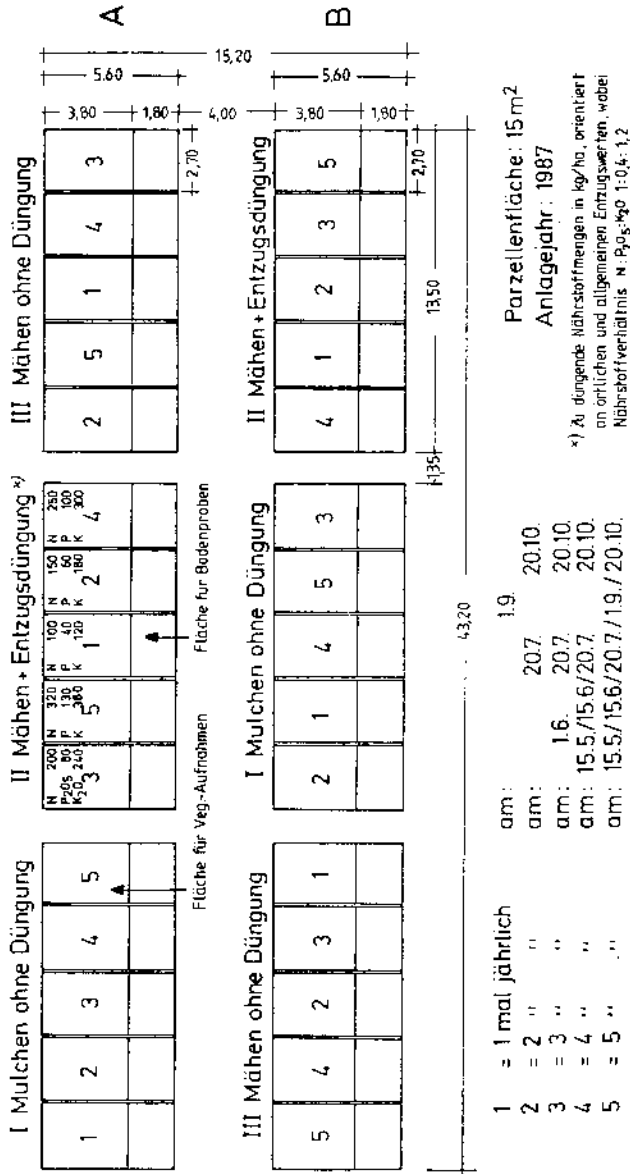


Abb. 1: Aulendorfer Extensivierungs- und Wertzahlenversuch

Kjeldahl, die Kohlenstoff-Analyse nach der Methode Woesthoff mit dem "Coulomat 702" der Firma Ströhlein im eigenen Labor.

3. Ergebnisse

3.1. Mähen ohne Düngung (MoD)

Entwicklung der Pflanzenbestände

Struktur und Schichtung

Die Vegetationstabellen dokumentieren die Deckungsgrade der verschiedenen Bestandsschichten (Oberschicht ≥ 50 cm, Mittelschicht = 25-50 cm, Unterschicht = 10-25 cm und Bodenschicht ≤ 10 cm) in eindrucksvoller Weise. Unter Null-Düngung und bei 3 und mehr Schnitten nimmt der Gesamtdeckungsgrad stark ab (um 50%). Insbesondere verlieren die oberen Bestandsschichten an Blattmasse, während die unteren leicht zunehmen. Bei weniger als 3 Schnitten liegt die Abnahme nur bei etwa der Hälfte.

Analoges läßt sich bei der maximalen und der mittleren Bestandeshöhe beobachten. Bei 3 und mehr Nutzungen ging besonders die mittlere Bestandshöhe kontinuierlich zurück, und zwar von 50 auf 20 cm. Ähnliches vollzog sich bei der "Einfachen Deckung" (= Maß für die Vegetationsdichte), bei der die Bestandesschichtung unberücksichtigt bleibt: Nach 5 Jahren ohne jegliche Düngung und 4-5maliger Nutzung liegt diese "Einfache Deckung" bei nur noch 60%. Im gleichen Maße wie die Gräser und Kräuter zurückgingen, überzog sich der Boden mit einer Mooschicht der Art *Scleropodium purum* (Grünstengelmoos). Die starke Ausmagerung bringt also nicht etwa Bestandslücken im Sinne von offenem, unbewachsenem Boden mit sich, sondern sie fördert das Aufkommen der Kryptogamen! Ähnliches ist ja aus wenig gedüngten Haus- und Parkrasen bekannt, wo es - in noch stärkerem Maße als im Grünland - zu einer Ablösung höherer Pflanzen durch Moose kommt.

Artendynamik der Pflanzenbestände (Abb.2)

Auffallend ist eine allgemeine Abnahme der Kräuter bei gleichzeitiger Zunahme der Gräser. Im extensiven Bereich gingen auch die Leguminosen zurück. Dies war in dieser Deutlichkeit nicht zu erwarten! Fünf Jahre nach der Anlage bietet die Versuchsfäche ein völlig anderes Bild als die restliche Wiese: Die Doldenblüter, Bärenklau (*Heracleum sphondylium*) und Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris*) fehlen heute weitgehend. Dafür dominieren, je nach Schnitffrequenz, Wolliges Honiggras (*Holcus lanatus*) und Goldhafer (*Trisetum flavescens*).

Genauer beschen ergibt sich folgendes Bild: Die ein- und zweimal geschnittenen Parzellen weisen eine nahezu identische Bestandsverschiebung auf, nämlich ein starker Rückgang von Bärenklau, Wiesenkerbel, Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) und Weißklee (*Trifolium repens*). Dagegen konnten sich bei Variante 2 Sauerampfer (*Rumex acetosa*) und Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) etwas ausbreiten. Die freierwerdenden Plätze wurden nach und nach eingenommen von Wolligem Honiggras, Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*), Goldhafer und Wiesenfuchschwanz (*Alopecurus pratensis*) (Abb.3). Abgenommen haben dagegen Gewöhnliche Rispe (*Poa trivialis*) und Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*).

Bei drei und mehr Nutzungen kam es nicht mehr zu einer völligen Ablösung der Kräuter, sonder lediglich zu einer Auswechslung in der Artengarnitur. Zwar spielen Bärenklau und Wiesenkerbel heute auch hier keine Rolle mehr, doch konnten vormals gar nicht oder nur in Spuren vorhandene Kräuter wie Spitzwegerich und Sauerampfer und manche Ehrenpreisarten z.T. stark an Ertragsanteilen gewinnen. Bei den Gräsern ist vor allem eine starke Abnahme von Gewöhnlicher Rispe und des Deutschen Weidelgras zugunsten von Wolligem Honiggras und Goldhafer zu beobachten. Interessanterweise nahmen auf dieser Ausmagerungsparzelle die Ertragsanteile des nitrophilen Bastard-Weidelgrases *Lolium x hybridum* (eine Kreuzung aus *Lolium perenne* und *Lolium multiflorum*) zu! In den mehrschnittlichen Varianten wurde das Kräuterrinventar also völlig ausgewechselt: Bärenklau, Kerbel und Löwenzahn wurden durch

Spitzwegerich und Sauerampfer ersetzt. Insgesamt gesehen fiel der Kräuteranteil im Durchschnitt von ursprünglich ca. 59 auf 40% ab (Abb. 2, 3).

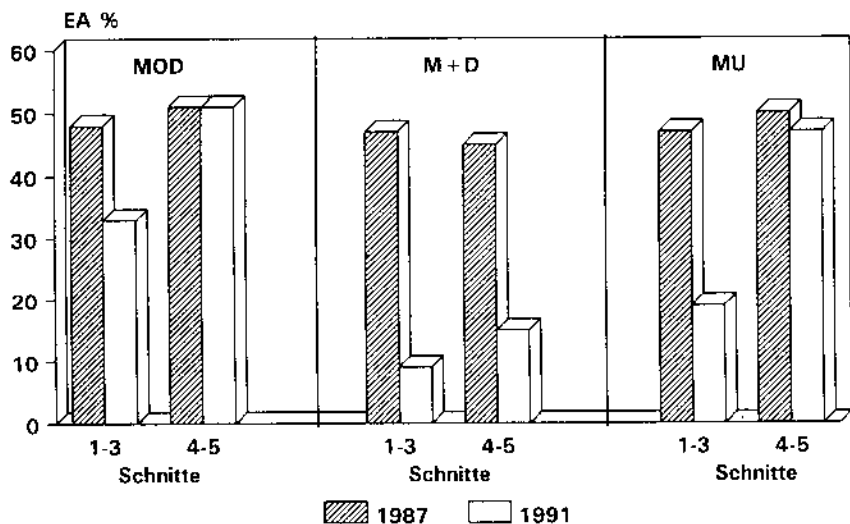


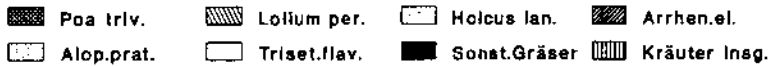
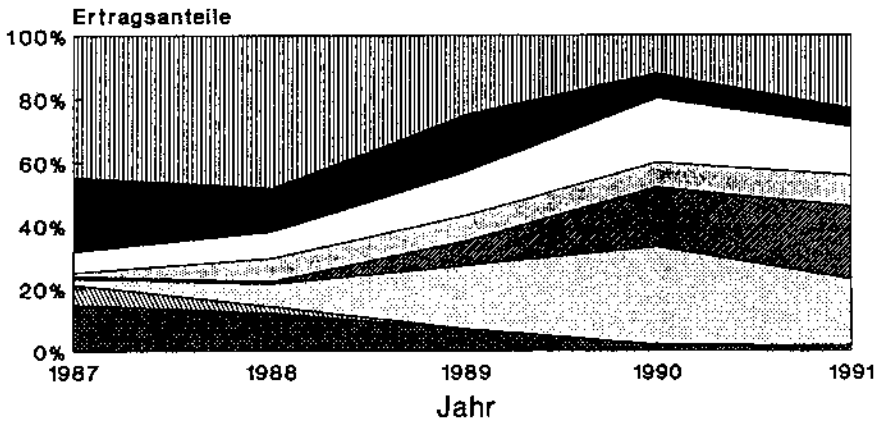
Abb. 2 Entwicklung des Kräuteranteils

Bisherige Düngung: 2x30 cbm Gülle = 200 kg N, 60 kg P₂O₅, 240 kg K₂O

Entwicklung der Artenzahlen

Zu Beginn der Untersuchungen im Frühjahr 1987 waren auf der Versuchsfläche 27 Gefäßpflanzenarten vertreten. In den Blöcken der Maßnahme "Mähen ohne Düngung" schwankten die Artenzahlen zwischen 19 und 25. Der Laie könnte nun annehmen, daß es bei der Grünlandextensivierung zu einem raschen Anstieg der floristischen Artenvielfalt kommen würde, vor allem wenn auch die Düngung gänzlich eingestellt wird. Dem ist jedoch nicht so! Die registrierte Artenzahl schwankt zwar jährlich um 1-3 Arten, jedoch läßt sich nach nunmehr 5 Jahren z.T. drastischer Extensivierung und Ausmagerung keinerlei Artenzunahme erkennen. Die einzigen Sippen, die bislang nutzungsbedingt und bleibend eingewandert sind, sind die beiden

MOD 2-schnittig



MOD 4-schnittig

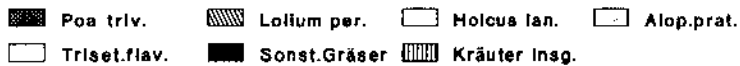
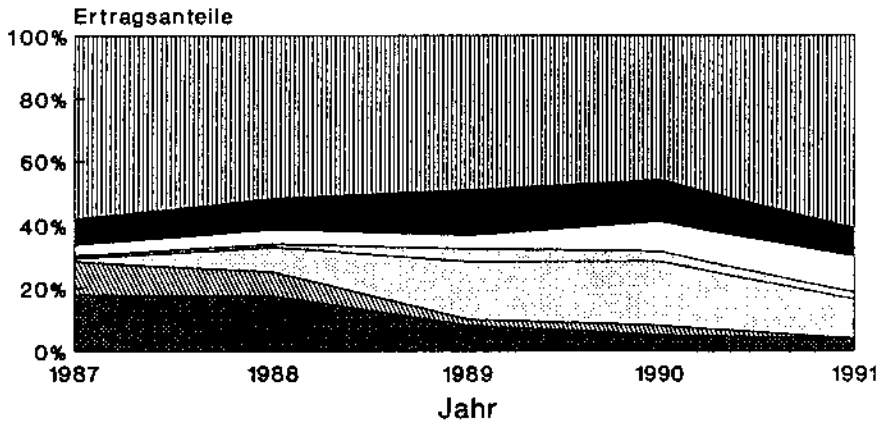


Abb. 3 Entwicklung dominanter Gräser

Ehrenpreisarten *Veronica chamaedrys* und *Veronica serpyllifolia*. Sie kommen allerdings nur in den vielschnittigen Beständen vor, bei denen besonders viel Licht auf den Boden gelangt.

Nach Untersuchungen von POSCHL.OB et al. (1991) in Magerrasen kann das Potential an keimfähigen Samen aus früheren Jahrzehnten bemerkenswert groß sein. In unserem Fall wäre es also denkbar gewesen, daß - nach Optimierung der Standortverhältnisse - die eine oder andere Art aus früheren "Extensiv-Epochen" zum Keimen kommt. Dies war jedoch bislang nicht der Fall. Vielleicht hätte es dazu einer zusätzlichen Bodenverletzung bedurft (Abb. 4).

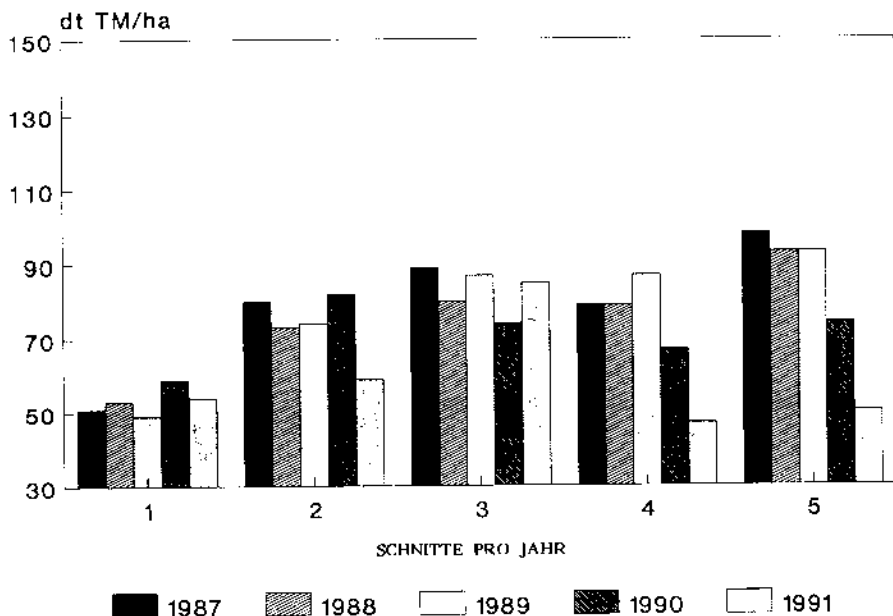


Abb. 4 Ertragsentwicklung bei der Maßnahme: Mähen ohne Düngung

Ertragsentwicklung, Nährstoffentzüge und Futterwert

Die natürliche Standortproduktivität der anstehenden Parabraunerde läßt - ohne jegliche Düngung - auf Dauer vermutlich eine jährlich zweimalige Schnittnutzung zu! Diese Prognose kam, in Anlehnung an die Auswertungen von SCHULZ (1984), jetzt schon gewagt werden. Gemäß Abb.4 dürfte die natürliche Ertragslage bei ca. 70 dt TM/ha liegen, was einem jährlichen Entzug von 100 kg Stickstoff, 25 kg Phosphor und 110 kg Kalium pro Hektar bei 2-Schnitt-Nutzung entspricht.

Noch bei einer 3maligen Nutzung (1. Schnitt um den 1. Juni) lag der durchschnittliche Ertrag im 5. Versuchsjahr bei 83 dt/ha ohne erkennbaren Rückgang. Erst die Schnittvarianten 4 und 5 zeigen seit dem 4. Ausmagerungsjahr deutliche Anzeichen eines Produktivitätsabfalls. Die Summe der einzelnen Ernten brachte im Jahre 1991 lediglich noch 33 kg Frischmasse pro 14 qm auf die Waage. Dies entspricht einem Hektar-Ertrag von nur noch 235 dt FM, also etwa der Hälfte der Menge zu Versuchsbeginn.

Bei den Schnittvarianten 4 und 5 ist außerdem interessant, daß - verglichen mit dem Ertragsrückgang - die Phosphor- und Calcium-Entzüge unterproportional, die Kalium-Entzüge überproportional zurückgehen. Interessanterweise blieb auch noch bei 4-5maliger Nutzung ohne Düngung der Rohproteingehalt in den Pflanzen konstant bei 14% in TS.

Entwicklung relevanter Bodendaten

Die gemessenen Bodenparameter sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Der Humusgehalt liegt mit nur 3% für Grünlandverhältnisse nicht besonders hoch, was zur Folge hat, daß sich das Volumengewicht (Trockenraumdichte) des Oberbodens mit 1,3 kg/l eher im oberen Bereich befindet. Bei einem Anteil an organisch gebundenem Stickstoff (Norg) von 0,18% ergibt sich rechnerisch ein N-Vorrat in den obersten 30 cm von ca. 6500 kg/ha, wovon im Herbst noch 12 kg (= 0,2%) in minera-

lischer Form vorliegen. Das relativ enge C/N-Verhältnis von 10:1 ist für Wirtschaftsgrünland normal. Dasselbe gilt für den pH-Wert von knapp unter 6; er steigt in tieferen Bodenschichten an.

Die ökologische Bodenfeuchte liegt mit 5.4 leicht unter dem für Grünland optimalen Bereich von 5.5-6.5 (= frisch bis mäßig feucht). Nach der baden-württembergischen Einteilung würden die Werte der mineralischen Makronährstoffe allesamt in die Gehaltsklasse "A" (= niedrig) fallen und damit eine große Unterversorgung anzeigen. Dies ist jedoch zumindest bei der Düngervariante nicht vorstellbar! Aus diesem Grunde wurde die wesentlich feinere Einteilung aus Niedersachsen zur Beurteilung herangezogen (Tab.1). Danach befinden sich die Gehalte an P_2O_5 mit weniger als 6 mg/100 g Boden in der Gehaltsklasse A =niedrig, jene von K_2O und MgO mit 3-9 mg dagegen in der Klasse B = mittel. Trotzdem zeigen sich keine Unterschiede zwischen den Behandlungsvarianten. - Im Gegenteil: Bis auf Magnesium sind die Gehalte bei "Mähen ohne Düngung" höher als unter "Mähen mit Düngung". Wie schon SCHIEFER (1984) und MÜLLER (1985) festgestellt haben, besteht zwischen den angeblich "pflanzenverfügbaren" Mineralstoffentzügen durch die Pflanze kaum ein Zusammenhang. Die Laborwerte sind also auch hier nicht interpretationsfähig!

3.2 Mähen mit Entzugsdüngung (M+D)

Entwicklung der Pflanzenbestände

Die Maßnahmen-Variante "M+D" wurde vor allem deshalb eingerichtet, um den trophischen Ausgangszustand zu konservieren. Sie sollte somit die Funktion eines Vergleichsblockes haben, von der erwartet werden konnte, daß sich die Pflanzenbestände hinsichtlich ihrer Zusammensetzung deutlich von "MoD" und "MU" unterscheiden. Insbesondere die zur sogenannten Gülleflora gehörigen Nährstoffanzeiger Bärenklau, Wiesenkerbel und Löwenzahn sollten erhalten bleiben. Da bei der verabreichten Entzugsdüngung die potentielle N-Nachlieferung des Standortes (ca. 100 kg/ha u. Jahr)

Tabelle 1 Chemisch-physikalische Bodendaten zu Versuchsbeginn und nach 4 Jahren (0 bis 30 cm Bodentiefe)

Maßnahme	1987	Mähen ohne Düngung			Mähen + Entzugsdüngung			Mulchen		
		1	3	5	1	3	5	1	3	5
Jahr	-	1990			1990			1990		
Schnittvariante		1	3	5	1	3	5	1	3	5
P ₂ O ₅ (mg/100 gr Boden)	4,70	4,50	5,00	8,00	6,50	4,50	4,00	6,50	7,00	4,00
K ₂ O (mg/100 gr Boden)	6,00	3,50	2,00	5,50	3,00	3,00	2,50	5,50	7,50	3,50
Mg (mg/100 gr Boden)	7,90	7,50	6,50	7,50	9,50	8,50	9,00	9,50	9,50	8,00
Kohlenstoff (%)	1,78	1,67	1,72	1,93	2,07	1,77	1,89	1,90	1,83	1,74
Humusgehalt	3,07	2,88	2,97	3,33	3,57	3,05	3,26	3,28	3,15	3,00
Norg (%)	0,18	0,17	0,16	0,17	0,19	0,18	0,19	0,19	0,19	0,18
Nmin (kg/ha; Herbstwert)	12,00	9,20	9,30	9,00	14,10	10,20	14,80	10,70	16,40	11,30
C/N	9,89	9,82	10,75	11,35	10,89	9,83	9,95	10,00	9,63	9,67
Vol-Gew. trocken (kg/l)	1,29	1,34	1,34	1,34	1,31	1,31	1,31	1,33	1,33	1,33
Steinanteil (%)	7,63	7,75	7,75	7,75	8,12	8,12	8,12	7,89	7,89	7,89
Menge Norg (kg/ha)	64,34	6304	5934	6304	6861	6500	6861	6983	6983	6615
pH (in CaCl ₂)	5,94	5,65	5,50	5,65	5,80	5,60	5,70	5,90	6,20	5,70
ökolog. Bodenfeuchte	5,40	5,40	5,20	5,10	5,50	5,30	5,40	5,40	5,40	5,40

Gehaltsklassen für P₂O₅, K₂O und MgO nach Landwirtschaftskammer Hannover (1992):

P₂O₅, 0 - 5,7 mg/100 ml = A; 5,8 - 12,6 = B; 12,7 - 24 = C; 24,1 - 35,5 = D; > 35,6 = E;

K₂O 0 - 3 mg/100 ml = A; 3,1 - 6,7 = B; 6,8 - 12,7 = C; 12,8 - 18,8 = D; > 18,9 = E;

MgO 0 - 4,1 mg/100 ml = A; 4,2 - 9,1 = B; 9,2 = 17,4 = C; 17,5 - 25,7 = D; > 25,8 = E

Skala der ökologischen Bodenfeuchte nach Ellenberg (1979): 1 = sehr trocken; 5 = frisch; 9 = naß

unberücksichtigt blieb, kann man sogar von einer Überdüngung sprechen.

Die Höhe der zu düngenden Nährstoffmengen orientiert sich an örtlichen und allgemeinen Entzugswerten, wobei sich ein Nährstoffverhältnis von N:P:K=1:0,4:1,2 ergibt. Der Dünger wurde in mineralischer Form ausgebracht und zwar:

- Stickstoff über Kalkammonsalpeter (27% Gesamt-N, davon 13,5% NH_4N , 19,5% NO_3N).
- Phosphat über Hyperphos mit 26% P_2O_5 (incl. 4% wasserlösliches K_2O und 30% basisch wirkendes CaO).
- Kalium über 50er-Kali mit 50% wasserlöslichem Kaliumoxid (an Chlorid gebund. Kalium).
- Magnesium über Kieserit = 27% Magnesiumsulfat + 27% wasserlösliches Magnesiumoxid..

Ein Vergleich der Vegetationstabellen erbrachte folgendes Bild:

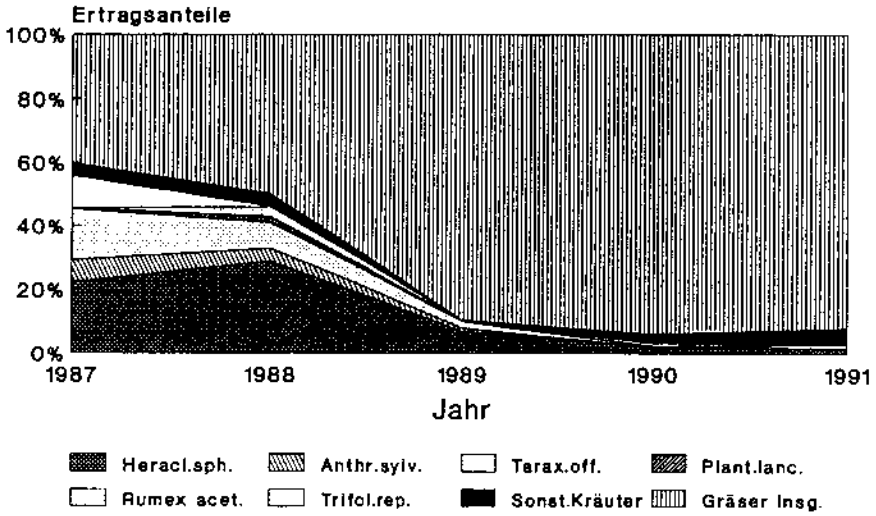
Bei den Schnittvarianten 1, 2 und 4 zeigten sich gegenüber MoD nahezu identische floristische Effekte. Bei den übrigen Varianten gibt es z.T. Unterschiede im Verhalten einzelner Arten, doch gilt auch hier: Völliges und nahezu ersatzloses Verschwinden der ehemaligen Kräuter-Garnitur! (Abb.5)

Profitiert hatten auch hier die Gräser, und zwar generell das Wollige Honiggras, der Wiesenfuchsschwanz und das Knäuelgras. Im extensiv genutzten Bereich war es zusätzlich der Glatthafer, im intensiveren Bereich Goldhafer und Welsches Weidelgras. Die einzigen Grasarten, die zusammen mit den Kräutern zurückgingen, sind Gemeine Risppe und Deutsches Weidelgras. Im Durchschnitt aller Schnittvarianten fiel bei "M+D" der Krautanteil von ursprünglich 46 auf 11% ab.

Ertragsentwicklung, Nährstoff-Entzüge und Futterwert

Die mittleren Jahreserträge der einzelnen Schnittvarianten sind in Abb.6 dargestellt. Sie reichen von 50 dt bei der einschürigen Variante (Schnitt jeweils am 1. September)

M + D 2-schnittig



M + D 4-schnittig

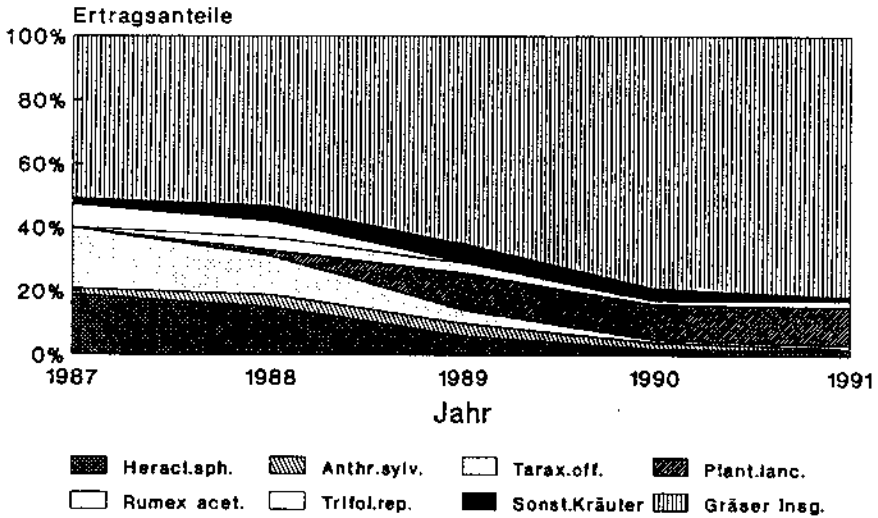


Abb. 5 Entwicklung dominanter Kräuter

bis zu 145 dt TM/ha bei 5 Schnitten. Die Streuung ist in den mehrschnittigen Varianten größer als in den wenigschnittigen. Überraschend ist, daß bei 4 Nutzungen weniger geerntet wurde als bei 3 Schnitten. Dies liegt an der zeitlich wohl etwas ungünstigen Verteilung der 4-Schnitt-Termine.

Insgesamt gesehen liegt die Ertragshöhe bei der Maßnahme M+D im 5. Versuchsjahr knapp 20% höher als zu Versuchsbeginn. (Überdüngungseffekt!)

Die Mineraldüngung bewirkte auch ein Ansteigen der Rohprotein- und Kaliumgehalte in den Pflanzen (trotz Krautrückgang!). Gegenüber Versuchsbeginn haben diese deutlich zu-, die Kalziumgehalte dagegen ebenso deutlich abgenommen.

Die N-Entzüge lagen etwa in gleicher Höhe wie die über die Mineraldüngung verabreichten Nährstoffmengen. Bei den beiden anderen Makronährstoffen bestehen jedoch z.T. erhebliche Unterschiede zwischen Entzug und Düngung: Bei der 1-, 4- und 5schürigen Variante liegt eine Überdüngung um bis zu 30%, bei Schnittvariante 2 und 3 dagegen eine leichte Mangelversorgung vor.

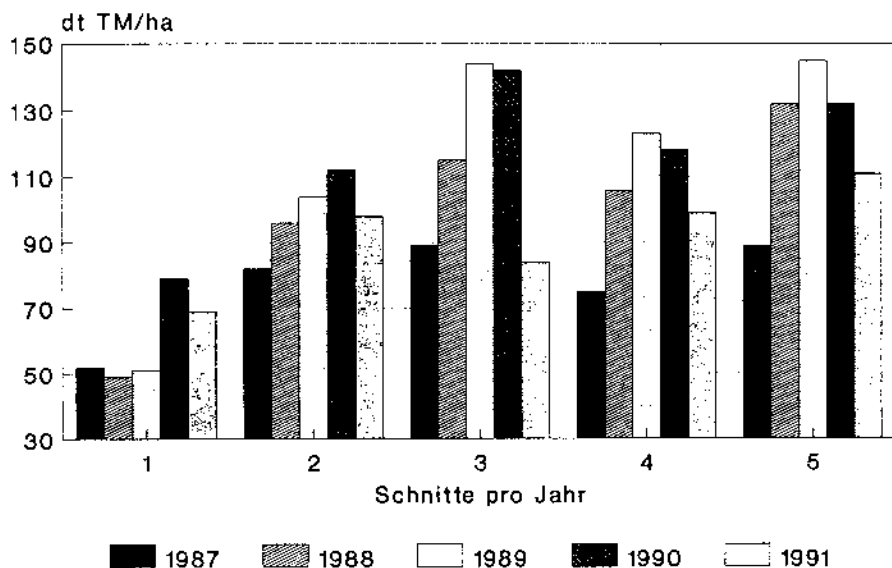


Abb. 6 Entwicklung bei der Maßnahme: Mähen + Entzugdüngung

Tabelle 2: Vergleich von entzogenen und gedüngten Makronährstoffen bei der Maßnahme "Mähen und Entzugsdüngung" (kg/ha u. Jahr):

Schnittvariante	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	Entzug	Düngung	Entzug	Düngung	Entzug	Düngung
1	106	100	34	40	110	120
2	182	150	63	60	227	180
3	228	200	82	80	260	240
4	259	250	89	100	278	300
5	320	320	100	130	317	380

3.3. Mulchen (MUL)

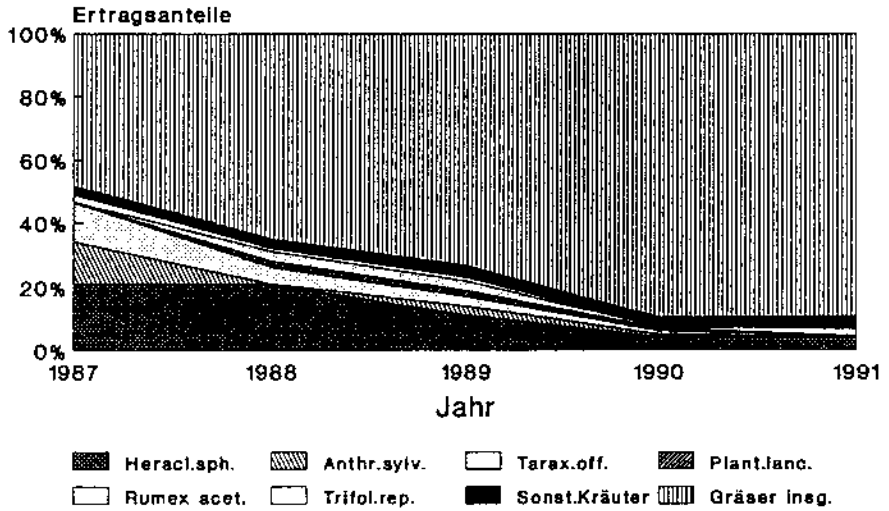
Entwicklung der Pflanzenbestände

In den gemulchten Blöcken verlief die Entwicklung des Krautanteils weniger kraß als bei den beiden zuvor besprochenen Maßnahmen. Zwar zeigen sich auch hier - besonders bei den 1- bis 3schnittigen Varianten - Einbußen bei den "Gülleflora-Kräutern", doch fallen die Verluste im Vergleich zu "M+D" geringer aus (Abb.7). Im Durchschnitt fiel der Krautanteil von 47 auf 30% ab. Bei der 4- und 5schnittigen Variante konnte sich - ähnlich wie bei "MoD" - der Krautanteil insgesamt halten, verschob sich aber auch hier deutlich zugunsten trophisch genügsamerer Kräuterarten.

Insgesamt gesehen konnte sich die sogenannte Gülleflora auf den Mulchparzellen noch am besten halten. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, daß diese Kräutergruppe durch organische Düngung (in Form des Mulchgutes) gefördert wird.

Im Gegensatz zu den Gräsern leben die Wurzeln vieler Kräuter in Symbiose mit Mykorrhiza-Pilzen (Prof. Dr. Schreiber, mündlich). Außerdem besitzen sie einen größeren Wurzeltiefgang. Diese Eigenschaften befähigen die Grünlandkräuter, die Nährstoffe aus Wirtschaftsdüngern besser zu verwerten. Außerdem entstehen bei

MUL 2-schnittig



MUL 4-schnittig

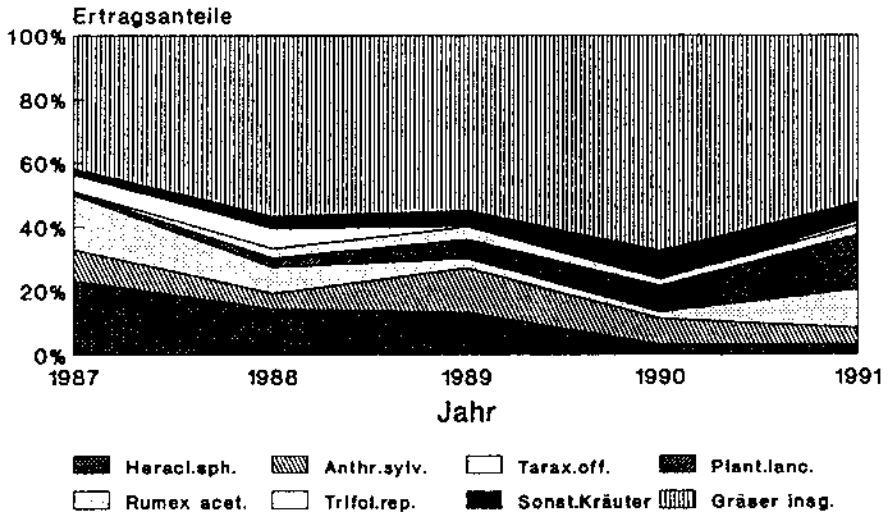


Abb. 7: Entwicklung dominanter Kräuter

den im aufgebrauchten Mulchgut enthaltenen Phosphaten und Kaliverbindungen keinerlei Verluste (im Gegensatz zu Stickstoff), so daß die stärker K-, Ca- und P-zehrenden Kräuter möglicherweise auch deshalb Vorteile erlangen (GUER, 1990; THOMET, 1987).

Biomasse-Produktion und Nährstoffgehalte

Die allgemeine Biomasse-Produktion der Mulchvariante verläuft in etwa mittig zwischen den beiden Extremen "MoD" und "M+D".

Die höchsten Mengen lagen bei 125 dt TM/ha; sie fielen bei den 3-5mal gemulchten Parzellen an. Im Durchschnitt aller Versuchsjahre waren es knapp 100 dt. Allerdings ging im 5. Jahr bei 4-5 Mulchgängen die Standortproduktivität auf unter 70 dt TM, und damit deutlich zurück (Abb.8).

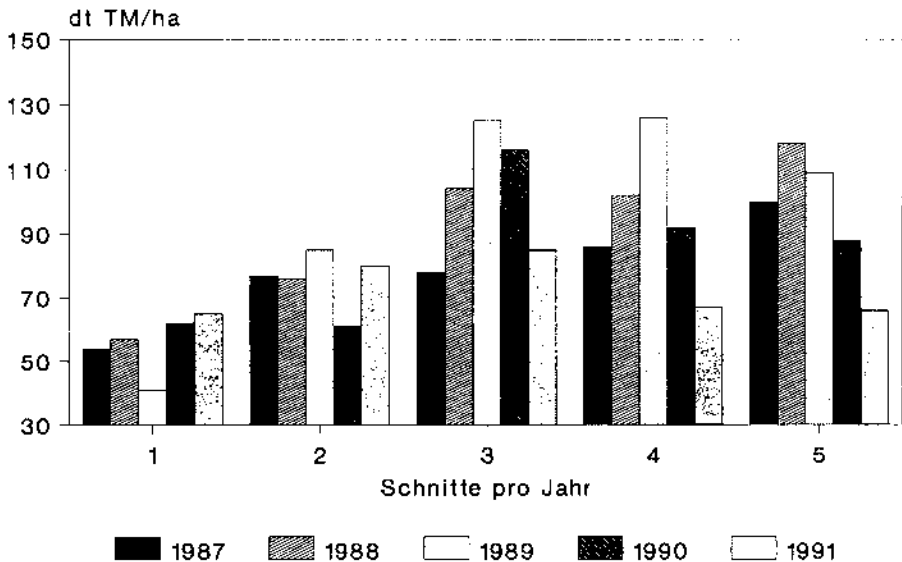


Abb. 8: Ertragsentwicklung bei der Maßnahme: Mulchen

Dies weist darauf hin, daß auch bei vollständiger Rückführung der Aufwuchsmengen in den Nährstoffkreislauf, Verluste (wahrscheinlich bei Stickstoff) entstehen.

Die Nährstoffgehalte im frischen Mulchgut blieben bei den weniger oft gemulchten Varianten zwischen 1987 und 1991 relativ konstant. Nur bei den Mulchvarianten 4 und 5 gab es diesbezüglich eine Änderung: Die Kaliungehalte sanken gegenüber dem Anfangsjahr leicht ab.

Herbstliche Nmin-Werte

Die Standortuntersuchungen wurden durch Messungen des Mineralstickstoffs im Oberboden ergänzt. Die Nmin-Werte sind - für den obersten Entnahmehorizont 0-30 cm - vergleichbar mit jenen Nmin-Daten, die bei der jährlich stattfindenden "Nmin-Aktion" in Baden-Württemberg gewonnen werden.

Die im November gezogenen Bodenproben ergaben für die obersten 30 cm Mineralstickstoffgehalte (Nitrat - N + Ammonium - N) in der Größenordnung von 12 kg/ha. Sie liegen damit um 8 kg/ha niedriger als die durchschnittlichen, landesweiten Werte unter Dauergrünland (vergl. LAP 1990). Dort wurden in den 3 Entnahmehorizonten (0-30; 30-60; 60-90 cm) 20, 11 bzw. 6 kg/ha N gemessen.

Es lassen sich aber weder zwischen den 3 Maßnahmen noch zwischen den Jahren signifikante Unterschiede erkennen, wenngleich der Mittelwert bei "M + D" um 15% über jenem von "MoD" liegt.

Zusammenfassung

Die Grünlandvegetation entwickelte sich seit Einrichten des Versuches im Jahre 1987 zu stark grasbetonten Beständen. Der Krautanteil - hauptsächlich repräsentiert durch die sogenannte "Gülleflora" - ging bei der Extensivierung auf 1-3 Schmitte generell, bei der Kontrollvariante "Mähen + mineralische Entzugsdüngung" fast vollständig zurück. Bei den vielschnittigen Varianten des Ausmagerungsblockes "Mähen ohne

Düngung“ wurden die nitrophilen Kräuter gegen Magerkeitszeiger ausgetauscht. Die Maßnahme “Mulchen“ liegt diesbezüglich in etwa dazwischen.

Bei der Maßnahme “Mähen ohne Düngung“ als klassischer Ausmagerungsvariante nahmen im extensiv genutzten Bereich (1-3 Schnitte) die Kräuter und Leguminosen um ca. 15% gegenüber den Gräsern ab. Auf den intensiver genutzten Parzellen (4 und 5 Schnitte) hielt sich der Krautanteil zwar insgesamt, er wurde aber artenmäßig völlig ausgetauscht: Sowohl die nitrophilen Doldenblütler (Bärenklau, Wiesenkerbel) als auch der Löwenzahn gingen stark zurück; Spitzwegerich, Sauerampfer und einige Ehrenpreisarten nahmen dagegen zu. Die Dichte des Pflanzenbestandes verringerte sich bei 4- bis 5maligem Schnitt von 100 auf 60 Prozent Deckung, und der Boden überzog sich mit Moosen.

Nutzungsintensivierung und trophische Ausmagerung eines bisher intensiv genutzten Grünlandes konnten also weder eine bunte Blumenwiese erzeugen, noch eine Erhöhung der Artenzahl bewirken. Lediglich bei vier- und fünfmaligem Schnitt kamen mit *Veronica serpyllifolia* und *Crepis capillaris* zwei neue Arten hinzu. Eine Artenzunahme war hier zuallererst erwartet worden!

Die 4- und 5schnittige Variante hielt die anfänglichen Trockenmasse-Erträge in der Größenordnung von über 90 dt/ha drei Jahre lang bei. Danach fielen sie kontinuierlich ab. Die natürliche Produktivität des Standorts ist aber immerhin so groß, daß bei dreimaligem Mähen ohne Düngung bisher noch kein Absinken der Biomasseproduktion festzustellen ist! Die Rohprotein-Erträge verliefen analog zu den TM-Erträgen und bewegen sich zwischen 4,9 (1schnittig) und 12,1 dt/ha (5schnittig). Das Alter des Futters spiegelt sich auch in den Energiedichten wider: bei der einmaligen Nutzung am 1. September wurden im 5. Versuchsjahr noch 3,8 MJ NEL pro kg Trockensubstanz gemessen, bei der 5schnittigen Variante dagegen knapp 6,0.

Die hohe Produktivität dieses Grünlandstandortes überrascht um so mehr, als die

Bodenwerte eher gering ausfallen. So liegt der Humusgehalt bei nur 3%, was für Dauergrünland in dieser Klimaregion vergleichsweise niedrig ist. Auch der Vorrat an organisch gebundenem Stickstoff (Norg) im Boden ist mit nur 6500 kg pro Hektar bei einem C/N-Verhältnis von 10:1 relativ gering. Die herbstlichen Nmin-Werte liegen - für alle Maßnahmenvarianten einheitlich - bei 12 kg/ha für die oberste Bodenschicht (0-30 cm).

Bei der Maßnahme Mähen + Düngung erfolgte eine noch stärkere Umschichtung im Pflanzenbestand als bei der Maßnahme "Mähen ohne Düngung": Die ehemals vorhandenen Kräuter verschwanden nahezu ersatzlos und wurden von Gräsern abgelöst. Die TM-Erträge stiegen im Laufe der Jahre insgesamt gesehen leicht an.

Die Maßnahme "Mulchen" liegt in mancher Hinsicht zwischen den beiden vorgenannten Varianten. Die sogenannte "Gülleflora" aus Doldenblütlern konnte sich hier noch am besten halten. Die ist ein Hinweis darauf, daß krautige Pflanzen durch die organische Düngung (in Form des Mulchgutes) gefördert werden. Die allgemeine Biomasse-Produktion der Mulchvariante verläuft in etwa mittig zwischen den beiden Extremen "MoD" und "M + D". Bei 4-5 Mulchgängen pro Jahr ging jedoch auch hier die Aufwuchsmenge zurück (um 1/3). Offenbar entstehen auch bei vollständiger Rückführung der Aufwuchsmengen in den Nährstoffkreislauf Verluste.

Literatur

BAKKER, J.P. u. H. OLIFF (1992): Feuchtgrünlandextensivierung in den Niederlanden. LÖLF-Mitteilungen Nr. 3/92: 42-45.

BRIEMLE, G., EICKHOFF, D. u. R. WOLF (1991): Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftökologischer und landeskultureller Sicht. Beih. 60 der Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Baden-Würt., Karlsruhe.

BRIEMLE, G. (1992): Methodik der quantitativen Vegetationsaufnahme im Grünland. Naturschutz & Landschaftsplanung 1: 31-34.

EGLOFF, T. (1985): Regeneration von Streuwiesen (Molinion). Erste Ergebnisse eines Experiments im Schweizer Mittelland. Verh. Ges. Ökologie 13: 127-137.

EILENBERG, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica 9, 2. Aufl., E. Goltze, Göttingen.

GUJER, H. (1990): Pflanzen unserer Wiesen und Weiden. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, 3052 Zollikofen, 4. erw. Aufl.

KAPFER, A. (1988): Versuche zur Renaturierung gedüngten Feuchtgrünlandes. Auslagerung und Vegetationsentwicklung. Dissertationes Botanicae, Bd. 120, J.Cramer, Berlin, Stuttgart.

KORNECK, D. u. H. SUKOPP (1988): Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. Schr.-R. für Vegetationskunde, Bonn-Bad Godesberg, 19: 115 ff.

KÜHBAUCH, W. (1992): Von der extensiven Grünlandnutzung zur Intensiven und zurück. LÖLF-Mitteilungen Nr. 3/92: 48-54.

Landesanstalt für Pflanzenbau Baden-Württ. (LAP) (1990): Ergebnisse der Nitratuntersuchungen in den Böden der Wasserschutzgebiete Baden-Württembergs zu Vegetationsende 1989. (=Informationen für die Pflanzenproduktion H. 1, 1990), Forchheim.

Landwirtschaftskammer Hannover (Hrsg.) (1992): Ordnungsgemäße Grünlandbewirtschaftung. Praxisinformation in Grünland und Futterwirtschaft, H. 14.

MAERTENS, T., WAHLER, M. u. J. LUTZ (1991): Landschaftspflege auf gefährdeten Grünlandstandorten. Bd. 9 Schr.-R. Angewandter Naturschutz, Naturlandsstiftung Hessen, Lich.

Ministerium für Ländlichen Raum, Landwirtschaft und Forsten (MLR) (1987): Beratungsgrundlagen für die Düngung im Ackerbau und auf Grünland, Stuttgart.

MÜLLER, A. (1985): Auswirkungen langjähriger PK- und NPK-Düngung auf Pflanzenbestand und Ertrag in Abhängigkeit vom Standort. Das Wirtschaftseigene Futter, 31 (2): 150-164.

POSCHOLD, P., DEFFNER, A., BEIER, B. u. U. GRUNICKE (1991): Untersu-

chungen zur Diasporenbank v. Samenpflanzen auf beweideten, gemähten, brachgefallenen u. aufgeforsteten Kalkmagerrasenstandorten. Verh. Ges. Ökologie 20, Freising-Weihenstephan, 1990.

RIEDER, J.B. (1975): Heute Grünland, morgen Brachland? Bayer. Landw. Jb. 5: 578-585, München.

SCHIEFER, J. (1984): Möglichkeiten der Aushagerung von nährstoffreichen Grünlandflächen. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Baden-Württ. Bd. 57/58: 33-62, Karlsruhe.

SCHREIBER, K.-F. (1977): Zur Sukzession und Flächenfreihaltung auf Brachland in Baden-Württemberg. Verh. Ges. Ökologie: 251-263, Göttingen 1976.

THOMET, P. (1987): Untersuchungen zum landwirtschaftlichen Wert von Kräutern in Naturwiesen. Arbeitsgemeinschaft Grünland u. Futterbau in Gesellschaft f. Pflanzenbauwissenschaften, Jahrestagung Kleve-Kellen: 82-94.

VOIGTLÄNDER, G. (1975): Grenzen extensiver Grünlandnutzung. Bayer. Landw. Jb. 5: 573-577, München.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Dr. Gottfried Briemle
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt
für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft
Atzenberger Weg 99

88326 Aulendorf

(Nachdruck mit freundlicher Genehmigung von Autor und Verlag - die Herausgeber danken).